

KAJIAN OPTIMASI KUAT TEKAN BETON DENGAN SIMULASI GRADASI UKURAN BUTIR AGREGAT KASAR

Oleh :

Garnasih Tunjung Arum

09510134004

ABSTRAK

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (krikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis dengan atau tanpa bahan tambahan lain. Agregat kasar merupakan komponen terbesar pada beton. Salah satu sifat material penyusun yang cukup berperan adalah gradasi agregat kasar. Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Bila butiran agregat memiliki ukuran yang sama maka volume pori pada beton yang akan dihasilkan cenderung akan menjadi besar dan sebaliknya jika ukuran butirannya bervariasi maka pori antar butirannya menjadi kecil karena sebagian pori diisi oleh butiran yang lebih kecil, sehingga pori-porinya menjadi berkurang.

Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai optimal kuat tekan beton yang dihasilkan dari simulasi empat gradasi ukuran butir agregat kasar. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah (split). Dalam penelitian ini terdapat 4 macam variasi ukuran butir agregat kasar yang akan diteliti yaitu agregat kasar asli, agregat kasar 1, agregat kasar 2, agregat kasar 3. Dari masing-masing gradasi agregat asli, gradasi agregat 1, gradasi agregat 2, dan gradasi agregat 3 dibuat silinder beton untuk uji 7 hari dan 28 hari. Selanjutnya dilakukan uji analisa gradasi ukuran butir agregat kasar, keausan agregat kasar, kadar air, berat jenis, bobot isi pada masing-masing variasi gradasi agregat kasar asli, gradasi agregat kasar 1 (merupakan pemecahan dari agregat asli), gradasi agregat kasar 2 (merupakan pemecahan dari agregat 1), gradasi agregat kasar 3 (merupakan pemecahan dari agregat 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : 1) nilai mkb gradasi agregat asli, gradasi agregat 1, gradasi agregat 2, dan gradasi agregat 3 semakin menurun, 2) nilai mkb dari agregat asli, gradasi agregat 1, gradasi agregat 2, dan gradasi agregat 3 berturut-turut kuat tekannya 17,673; 19129; 22404; dan 17,228 sehingga diperoleh kuat tekan beton optimal pada nilai mkb pada agregat 2 sebesar 7,297.

Kata kunci : beton, gradasi agregat kasar, mkb, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sifat material penyusun beton yang cukup berperan adalah gradasi agregat kasar. Kandungan agregat dalam campuran beton memiliki presentasi volume tertinggi. Untuk mengetahui optimasi kuat tekan beton yang disimulasikan dengan gradasi ukuran butir agregat kasar maka dikaji kuat tekan beton dan analisa gradasi ukuran butir agregat kasar pada masing-masing variasi agregat kasar pertama hingga agregat kasar keempat yang berasal dari sungai yang sama yaitu sungai opak.

1.2 Tujuan Pengujian

- Memperoleh nilai modulus kehalusan butir (MKB) optimum dari agregat kasar untuk mendapatkan kuat tekan maksimal.
- Memperoleh grafik modulus kehalusan butir (MKB) agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

1.3 Batasan Masalah

- Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah (split) yang berasal dari sungai opak.
- Agregat kasar (split) ini dipecah kembali menjadi lebih kecil, sehingga didapat 4 variasi dari gradasi ukuran semula yaitu agregat kasar asli, agregat kasar 1, agregat kasar 2, dan agregat kasar 3.
- Dari keempat variasi ukuran butir agregat kasar masing-masing akan diuji analisa gradasi ukuran butir agregat kasarnya dan kuat tekan betonnya.
- Dari keempat variasi ukuran butir agregat kasar masing-masing akan dibuat 8 sampel beton yang diuji kuat tekannya pada umur 7 hari dan 28 hari.
- Pembuatan benda uji beton menggunakan agregat (agregat kasar dan agregat halus) yang berasal dari sungai opak dan menggunakan semen PPC dengan merk Semen Gresik.

1.4 Manfaat Penelitian

- Mengetahui nilai modulus kehalusan butir (MKB) agregat kasar yang didapat dari masing-masing variasi gradasi ukuran butir agregat kasar.
- Mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan.

2. DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dan Penyusunnya

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (krikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis dengan atau tanpa bahan tambahan lain.

2.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan butir-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40 mm.

2.1.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah bahan pengisi beton yang berupa butiran dan agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm.

2.1.3 Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu. Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat atau kompak. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butir agregat. Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, SK SNI S-04-1989-F) dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

- a. Tipe I : semen portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lain.
- b. Tipe II : semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III : semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
- d. Tipe IV : semen portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V : semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

2.1.4 Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton, air diperlukan untuk:

- a. Bereaksi dengan semen portland.
- b. Menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat dengan mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dipadatkan).

2.2 Gradasi ukuran butir agregat kasar

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Gradasi ukuran butir yang baik pada agregat dapat menghasilkan beton yang padat. Sehingga fungsi dari gradasi agregat itu sendiri sebagai pengisi volume rongga berkurang dan penggunaan semen portland berkurang pula. Susunan gradasi ukuran butir agregat yang bervariasi akan menghasilkan beton yang padat dan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang besar. Simulasi gradasi ukuran butir agregat ini diperoleh dengan cara memecah 1 variasi ukuran butir agregat kasar hingga menjadi 4 variasi ukuran agregat kasar yang tentunya memiliki ukuran yang lebih kecil dari ukuran aslinya. Dari keempat variasi ukuran butir agregat tersebut masing-masing diteliti gradasi ukuran butir agregatnya dengan analisis ayakan, keausan agregat kasarnya dan dengan berbagai pengujian yang selanjutnya dibuat beton dan diuji kuat tekan untuk tiap betonnya.

2.3 Modulus kehalusan butir (mkb) agregat kasar

Modulus kehalusan butir (mkb) didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Mkb digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan analisa saringan.

Analisa saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam table atau grafik. Makin besar nilai mkb suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai mkb sekitar 1,50 – 3,8 dan kerikil mempunyai nilai mkb 6 – 8.

2.4 Kuat tekan beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui berapa besarnya kuat tekan yang dihasilkan benda uji, apakah lebih besar atau malah lebih kecil dan mencocokkan dengan hasil rancangannya. Pengujian dilakukan dengan benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil uji tekan dengan satuan (ton), untuk mendapatkan kuat tekan dalam MPa bisa didapatkan dengan persamaan:

$$f'_c = \frac{P}{A} \times 100$$

Keterangan :

f'_c = Kuat Tekan, (MPa)

P = Bacaan Kuat Tekan pada alat uji tekan, (ton)

A = Luas Silinder ($\pi.r^2$), (cm)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat

Persiapan alat yang akan digunakan dalam proses pencetakan beton

3.2 Bahan

- Agregat kasar (split) yang berasal dari sungai opak yang kemudian dipecah hingga mendapatkan 4 variasi agregat kasar (agregat kasar asli, agregat kasar 1, agregat kasar 2, agregat kasar 3).
- Agregat halus / pasir berasal dari sungai opak.
- Cement portland*, menggunakan semen gresik tipe I, sebagai pengikat agregat.
- Air yang digunakan dalam penelitian adalah air pam di laboratorium teknik sipil UNY.

3.3 Prosedur Penelitian

- Pengujian kadar air agregat kasar SSD, berat jenis agregat kasar SSD, bobot isi agregat kasar, keausan agregat kasar, gradasi agregat kasar, kadar lumpur agregat kasar, dan penyerapan agregat kasar. Agregat kasar yang diuji meliputi agregat kasar asli, agregat kasar 1, agregat kasar 2, dan agregat kasar 3.
- Pengujian kadar air agregat halus SSD, berat jenis agregat halus SSD, bobot isi agregat halus, gradasi agregat halus, kadar lumpur agregat halus, dan penyerapan agregat halus.
- Perancangan adukan beton.
- Proses pembuatan beton sebanyak 32 buah.
- Perendaman 8 buah beton di air.

f. Pengujian tekan beton umur 7 hari dan 28 hari menggunakan alat uji tekan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil pengujian bahan

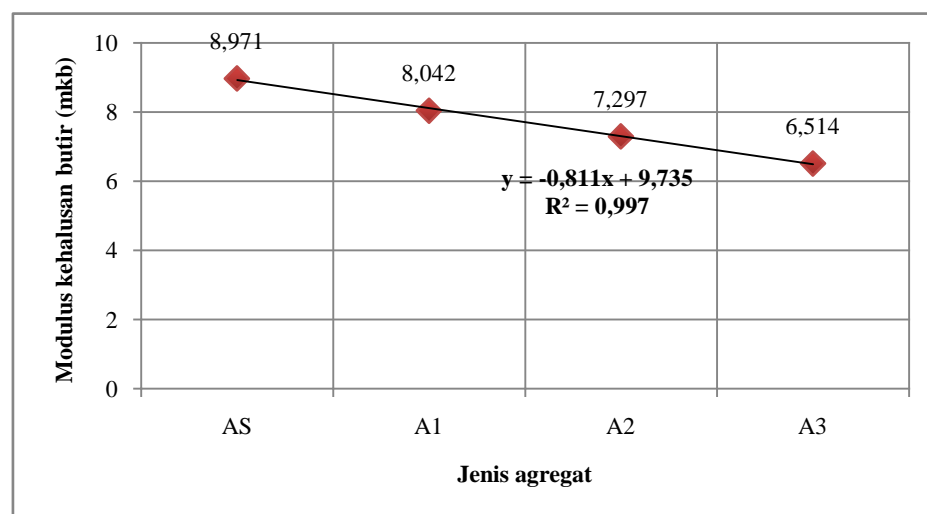
Pengujian	Agregat						
	Kasar					Halus	
	Syarat	Hasil Pengujian				Syarat	Hasil Pengujian
		Asli	1	2	3		
Kadar Air (%)	$\leq 2\%$	5,120	5,081	4,824	4,737	$\leq 2\%$	5,981
Kadar Lumpur (%)	≤ 1	3,348	0,562	0,364	0,350	≤ 5	3,157
Kadar zat organik	-	-				\leq No. 3	No. 1
Berat jenis (gram/ml)	-	2,383	2,389	2,397	2,483	-	2,728
Penyerapan (%)	$\leq 2\%$	5,615	5,581	5,421	5,231	$\leq 2\%$	4,825
Bobot isi (kg/lt)	Padat	-	1,371	1,324	1,371	-	1,559
	gembur	-	1,257	1,106	1,243	-	1,724
Mkb	6 – 8	8,971	8,042	7,297	6,514	1,5 – 3,8	2,608
Keausan (%)	≤ 50	42,4	41,7	40,66	40,32	-	

4.2 Pembahasan

4.2.1 Modulus kehalusan butir (mkb) tiap masing-masing agregat kasar

Tabel 2. Penurunan nilai modulus kehalusan butir (mkb) agregat kasar

No.	Jenis Agregat	Modulus kehalusan butir
1	Agregat kasar asli	8,971
2	Agregat kasar 1	8,042
3	Agregat kasar 2	7,297
4	Agregat kasar 3	6,514

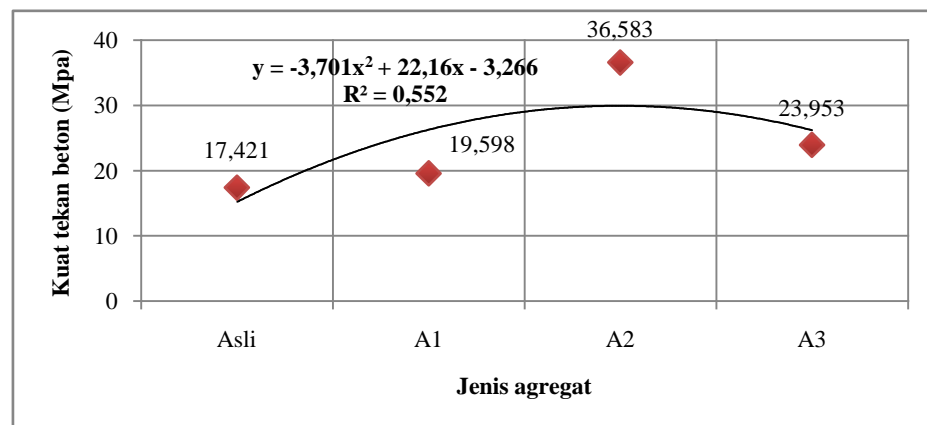


Gambar 1. Grafik nilai penurunan mkb agregat kasar.

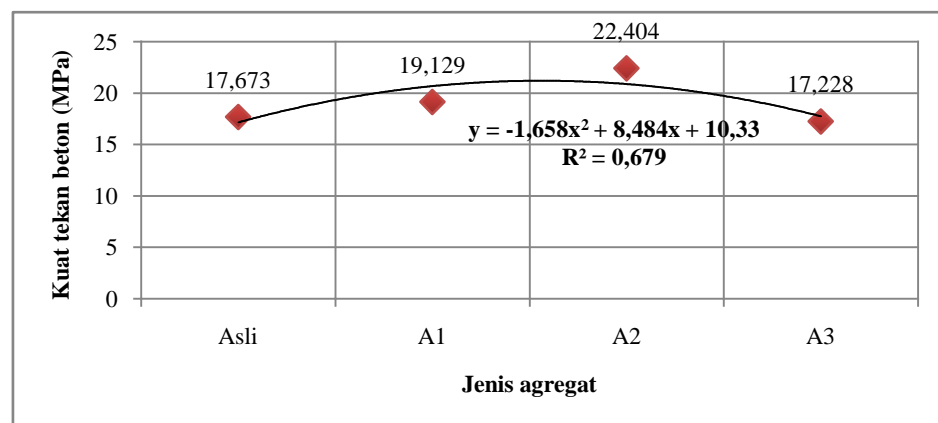
4.2.2 Hasil pengujian kuat tekan beton

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan benda uji

No.	Jenis agregat	Kuat tekan beton (MPa)	
		7 hari	28 hari
1	Agregat Asli	17,421	17,673
2	Agregat 1	19,598	19,128
3	Agregat 2	36,583	22,404
4	Agregat 3	23,953	17,228



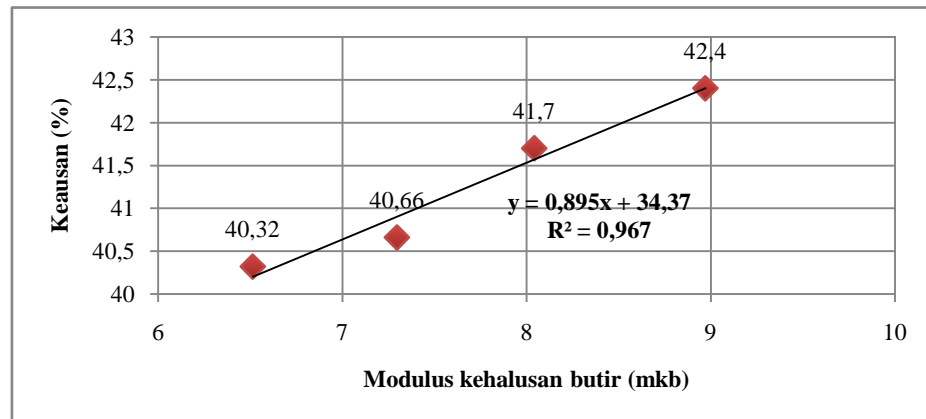
Gambar 2. Grafik kuat tekan beton umur 7 hari.



Gambar 3. Grafik kuat tekan beton umur 28 hari.

Tabel 4. Hubungan antara mkb dengan keausan agregat kasar

Jenis Agregat	Modulus kehalusan butir (mkb)	Keausan (%)
Agregat kasar asli	8,971	42,4
Agregat kasar 1	8,042	41,7
Agregat kasar 2	7,297	40,66
Agregat kasar 3	6,514	40,32

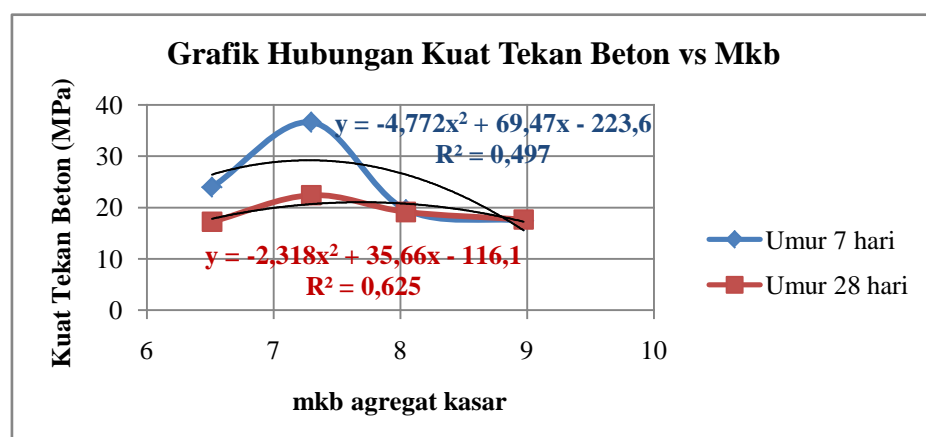


Gambar 4. Grafik hubungan keausan dengan mkb agregat kasar.

Dari **Gambar 4** dapat dilihat bahwa apabila nilai modulus kehalusan butir (MKB) agregatnya semakin besar maka persentase lolos ayakannya semakin besar pula. Dan sebaliknya agregatnya yang semakin kecil maka prosentase lolos ayakan agregat kasarnya juga ikut mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena butiran agregat yang besar-besar kemungkinan untuk menahan beban dari benturan bola baja kekuatannya lebih kecil dan lebih banyak prosentase lolos ayakannya. Adanya rongga pori yang lebih banyak terdapat pada agregat yang berukuran besar dimungkinkan agregat itu lebih mudah hancur.

Tabel 5. Hubungan antara mkb dengan kuat tekan beton

Jenis Agregat	Modulus kehalusan butir (mkb)	Kuat tekan beton (MPa)	
		7 hari	28 hari
Agregat kasar asli	8,971	17,421	17,673
Agregat kasar 1	8,042	19,598	19,128
Agregat kasar 2	7,297	36,583	22,404
Agregat kasar 3	6,514	23,953	17,228



Gambar 5. Grafik hubungan kuat tekan beton dengan mkb agregat kasar.

Dari **Gambar 5** dapat dilihat bahwa kuat tekan beton yang paling tinggi terjadi pada agregat kasar ke 2 yaitu sebesar 7,297 dan memenuhi persyaratan sebagai bahan pembuat beton. Agregat terbesar yang merupakan agregat asli memiliki kuat tekan rendah dari pada agregat 1. Hal ini disebabkan karena agregat terkecil yang merupakan agregat 3 memiliki kuat tekan beton yang paling kecil diantara agregat lainnya ketika digunakan sebagai bahan penyusunnya. Hal ini terjadi pada agregat yang berumur 7 hari ataupun berumur 28 hari. Hasil yang didapat kuat tekan beton mengalami kenaikan dari agregat kasar asli hingga agregat kasar 2 dan ketika menuju agregat kasar 3 mengalami penurunan hal ini dikarenakan ukuran butir yang semula besar menjadi semakin kecil. Susunan butir agregat dapat menentukan jumlah pemakaian semen dimana susunan butir agregat yang kecil cenderung lebih banyak memerlukan pemakaian jumlah semen yang lebih banyak dibandingkan dengan susunan butir yang besar. Susunan ukuran butir ini memengaruhi rongga pori yang terdapat pada beton, sehingga ketika dilakukan uji tekan akan diketahui beton tersebut memiliki kuat tekan optimal atau minimal. Ketika ukuran butirnya besar-besar maka beton yang dihasilkan porous serta mudah mengalami proses segregasi karena banyak rongga-rongga terbuka dan menghasilkan kepadatan beton yang rendah sehingga ketika diuji tekan hasilnya lemah. Dan sebaliknya ketika ukuran butir agregat kasar ini kecil-kecil maka terjadi penyusutan yang tinggi serta memerlukan kadar semen yang relative tinggi untuk menutupi seluruh permukaan.

Porsi semen yang digunakan pada penelitian ini memiliki porsi yang sama, sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan menurun dan tidak optimal karena adanya penyusutan dan tidak semua permukaan tertutupi oleh pasta semennya.

5 PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kuat tekan beton yang dihasilkan dari agregat kasar asli hingga agregat kasar 2 mengalami kenaikan dan mengalami penurunan pada agregat kasar 3. Pada beton yang berumur 7 hari kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 1 mengalami kenaikan sebesar 12,496% dari beton yang menggunakan agregat kasar asli. Kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 2 mengalami kenaikan sebesar 46,429% dari beton yang menggunakan agregat kasar 1. Kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 3 mengalami penurunan sebesar 34,524% dari beton yang menggunakan agregat kasar 2. Dan pada beton yang berumur 28 hari kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 1 mengalami kenaikan sebesar 12,496% dari beton yang menggunakan agregat kasar asli. Kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 2 mengalami kenaikan sebesar 46,429% dari beton yang menggunakan agregat kasar 1.

Kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar 3 mengalami penurunan sebesar 34,524% dari beton yang menggunakan agregat kasar 2.

- b. Hubungan yang didapat untuk mendapatkan nilai optimasi agregat kasar terhadap keausan, modulus kehalusan butir (MKB) agregat kasar, kuat tekan betonnya ialah:
 - 1) Hubungan yang terjadi antara keausan dan modulus kehalusan butir (MKB) agregat kasar pada penelitian ini yaitu berbanding lurus. Agregat yang semakin kecil memengaruhi nilai MKB dan keausannya. Semakin kecil ukuran butiran agregat tersebut maka nilai MKBnya pun semakin kecil / menurun pula dan prosentase lolos ayakan juga mengalami penurunan.
 - 2) Hubungan yang terjadi antara kuat tekan betonnya dengan nilai MKB agregat kasar dapat disimpulkan bahwa nilai MKB agregat terbesar yaitu agregat kasar asli sebesar 8,871 dan menghasilkan kuat tekan sebesar 17,421 MPa untuk 7 hari dan 17,673 MPa untuk 28 hari. Butiran terbesar tidak menjamin bahwa kuat tekannya betonnya juga akan menjadi paling besar diantara agregat lain dan nilai MKB untuk agregat asli tidak masuk kedalam persyaratan gradasi yang baik untuk bahan. Bahkan untuk nilai MKB terkecil yaitu agregat kasar 3 sebesar 6,514 dan menghasilkan kuat tekan sebesar 23,953 MPa untuk 7 hari dan 17,228 MPa untuk 28 hari, yang merupakan agregat dengan butiran terkecil kuat tekannya juga bukan merupakan kuat tekan yang tertinggi. Kuat tekan optimal beton dengan kuat tekan sebesar 36,583 MPa untuk umur 7 hari dan 22,404 MPa untuk umur 28 hari dicapai pada nilai mkb agregat kasar ke 2 yaitu sebesar 7,297.

5.2 Saran

- a. Perlu diperhatikan dengan cermat mengenai proses pemecahan agregat kasar kevariasi berikutnya, pembuatan benda uji, mulai dari perancangan, proses persiapan alat dan bahan, proses pencetakan benda uji, dan perawatan atau *curing*. Sehingga dengan proses yang baik tersebut dapat diperoleh beton dengan kualitas yang baik.
- b. Perlu diadakan pengujian lebih lanjut kemungkinan lain yang akan terjadi pada beton bila pengujian ditambah jumlah semennya, atau dengan menggunakan variasi gradasi agregat kasar lain (bukan split), atau dengan membandingkan bagaimana hasilnya bila hammer test dibandingkan dengan uji tekan beton.
- c. Dengan adanya kajian ini juga diharapkan ada penelitian lanjut untuk penerapan dilapangan.